

(13)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-144274

(P2002-144274A)

(43) 公開日 平成14年5月21日 (2002.5.21)

(51) Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
B 2 5 J 19/00		B 2 5 J 19/00	A 3 F 0 6 0
17/00		17/00	A 5 H 5 4 0
H 0 2 K 41/03		H 0 2 K 41/03	A 5 H 6 0 7
H 0 2 P 7/00	1 0 1	H 0 2 P 7/00	1 0 1 B 5 H 6 4 1
// H 0 2 K 7/14		H 0 2 K 7/14	Z
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-342379(P2000-342379)

(22) 出願日 平成12年11月6日(2000.11.6)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 秋田 佳稔

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 金 弘中

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

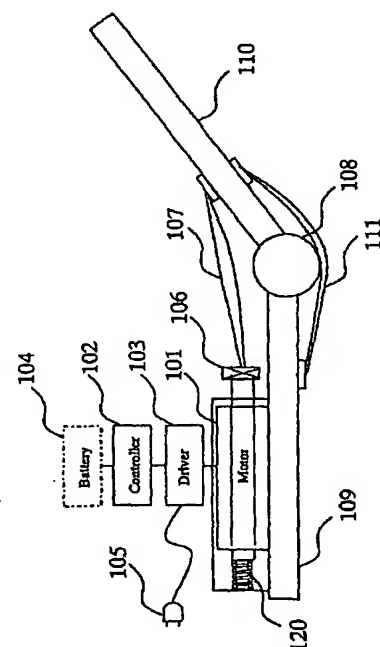
## (54) 【発明の名称】 関節駆動装置

## (57) 【要約】

【課題】 リニアモータで関節駆動装置のような高出力、高効率を必要とする用途を実用化すること。

【解決手段】 リニアモータは電機子の一方の磁極に磁氣的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第1段及び第2段に分けて配列した一方の磁極歯列と、可動子の他方の磁極に磁氣的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第1段及び第2段に分けて配列した他方の磁極歯列とを有し、該一方に設けた磁極配列の第1段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第1段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方に設けた磁極配列の第2段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第2段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方及び該他方の第1段の磁極歯列と該一方及び該他方に設けた第2段の磁極歯列の間に該可動子が配列されたりニアモータを用いる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】移動方向に沿って所定ピッチで設けられた磁極を有し、先端に筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材が装着される可動子と、可動子の移動方向に沿って所定ピッチでかつ可動子を介して対向するように可動子の上下に設けられた磁極歯と、これら磁極歯の隣接する磁極歯及び対向する磁極歯が異極となるように励磁するコイルとを備え、可動子、磁極歯、コイルによりリニアモータを構成し、前記コイルを所定の制御回路に従って励磁することによって可動子を往復移動させ、この往復移動の過程で先端に取り付けられた素材を伸縮させ、関節駆動を行う関節駆動装置。

【請求項 2】請求項 1 において、前記リニアモータと前記電機子と前記可動子の相対的な変位と磁極を検出するセンサとその信号をフィードバックする制御部とパワードライブ部からなるクローズループ制御システムを構成する関節駆動装置。

【請求項 3】請求項 1 において、前記リニアモータと制御部とパワードライブ部からなるオープンループ制御システムを構成する関節駆動装置。

【請求項 4】請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかにおいて、リニアモータと、パワードライブ部と、前記リニアモータの誘起電圧を検出し、該電圧検出値に基づいて、前記電機子と可動子の相対的な磁極位置を推定する手段を含む制御部からなる制御システムを構成する関節駆動装置。

【請求項 5】請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかにおいて、リニアモータと、パワードライブ部と、前記リニアモータに流れる電流を検出し、該電流検出値に基づいて、前記電機子と可動子の相対的な磁極位置を推定する手段を含む制御部からなる制御システムを構成する関節駆動装置。

【請求項 6】請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかにおいて、リニアモータの電機子を複数個並べ、極ピッチを  $P$  とするとき、隣り合う異なる電機子の磁極歯とのピッチを  $(k \cdot P + P/M)$   $\{ (k = 0, 1, 2, \dots), (M = 2, 3, 4, \dots) \}$   $\{$ ここに、 $k$  は隣り合う電機子の配置可能範囲で自由に選べる数、 $M$  はモータの相数 $\}$  とすることを特徴とする関節駆動装置。

【請求項 7】請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかにおいて、リニアモータの可動子の先端に筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材を接続させたリニアモータ付き関節駆動装置を、関節の駆動方向に対応する数だけ用意し、1つの関節部で複数方向へ駆動することが出来ることを特徴とする関節駆動装置。

【請求項 8】請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかにおいて、リニアモータの可動子の先端に取り付ける筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材を、関節の駆動方向に対応する数だけ用意し、先端に接続する素材を駆動方向に対応して切替えることが出来る結合部を

構成することを特徴とする関節駆動装置。

【請求項 9】請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかにおいて、リニアモータの可動子の往復移動範囲には防塵機構を備えたことを特徴とする関節駆動装置。

【請求項 10】請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかにおいて、リニアモータの冷却装置を備えたことを特徴とする関節駆動装置。

【請求項 11】請求項 1 乃至請求項 10 のいずれかにおいて、前記関節駆動装置の電源としてはバッテリー、または外部電源どちらでも駆動可能にした切替え機能を備えたことを特徴とする関節駆動装置。

【請求項 12】請求項 1 乃至請求項 11 のいずれかにおいて、リニアモータの先端に筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材が装着されない他方の可動子先端にはバネを備えたことを特徴とする関節駆動装置。

【請求項 13】請求項 1 において、該リニアモータは、磁性体で形成された電機子と、該電機子に巻回されたコイルと、該電機子が生ずる磁場に作用することにより、該電機子と相対的に移動可能な可動子とからなるリニアモータであって、該リニアモータは更に電機子の方の磁極に磁氣的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第 1 段及び第 2 段に分けて配列した一方の磁極歯列と、可動子の他方の磁極に磁氣的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第 1 段及び第 2 段に分けて配列した他方の磁極歯列とを有し、該一方に設けた磁極歯列の第 1 段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第 1 段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方に設けた磁極歯列の第 2 段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第 2 段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方及び該他方の第 1 段の磁極歯列と該一方及び該他方に設けた第 2 段の磁極歯列の間に該可動子が配列されたリニアモータを用いて、該可動子の先端に筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材が装着され、該可動子の往復移動の過程で先端に取り付けられた素材を伸縮させ、関節駆動を行う関節駆動装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、関節駆動装置に関し、特に、ロボット、介護補助装置、健康器具等の関節駆動部を有する関節駆動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の関節駆動装置においては、関節駆動を行う場合に関節部に回転モータを組込み、モータ回転子の回転運動により対応しており、前記モータは様々な構造のモータが考えられている。モータの一つである回転モータでは無いリニアモータを用いた場合でも、従来のリニアモータは回転機を切り開いて直線駆動する構造のものが用いられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の関節部にモータを組み込んだ関節駆動装置においては、関節部分の重量が重くなり自重によるロスが増加する、また関節の駆動方向がモータの回転方向に限定されるため、1つの関節部において複数方向に駆動させる場合、関節部にモータを複数個搭載することになり、重量がさらに重くなるという課題がある。一方、従来のリニアモータを有する関節駆動装置においては、従来のリニアモータは、回転機を切り開いて直線駆動する構造のものであるため、電機子と可動子間の漏れ磁束が多くモータ効率が悪く、高出力を必要とする用途には実用化が困難であるという課題がある。さらに、電機子と可動子の間に磁気吸引力が一方に働くため、可動子の支持機構に大きな負担がかかり、構造に至りが生じて様々な弊害を生じ実用化が困難であるという課題がある。

【0004】本発明では、例えば関節駆動装置の高効率化を狙い、電機子と可動子間を通る磁束の漏れを少なくして、電機子と可動子間に生ずる磁気吸引力を小さくしている。本発明の一つの目的は、モータ効率を良くし高出力化を可能にしたリニアモータを用いて、従来の回転モータによる関節駆動装置に対して、関節部分の重量を軽減した関節駆動装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の一つの特徴は、関節駆動を行う装置において、前記駆動装置のモータとして、移動方向に沿って所定ピッチで設けられた磁極を有し、先端に筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材が装着される可動子と、可動子の移動方向に沿って所定ピッチでかつ可動子を介して対向するように可動子の上下に設けられた磁極歯と、これら磁極歯の隣接する磁極歯及び対向する磁極歯が異極となるように励磁するコイルとを備え、可動子、磁極歯、コイルによりリニアモータを構成し、前記コイルを所定の制御回路に従って励磁することによって可動子を往復移動させ、この往復移動の過程で先端に取り付けられた素材を伸縮させ、関節駆動を行うリニアモータを用いることである。

【0006】また、該リニアモータは電機子と相対的に移動可能な可動子からなるリニアモータであって、該リニアモータは更に前記電機子の一方の磁極に磁氣的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第1段及び第2段に分けて配列した一方の磁極歯列と、前記可動子の他方の磁極に磁氣的に結合され、該可動子の移動方向に対し略垂直方向に第1段及び第2段に分けて配列した他方の磁極配列とを有し、該一方に設けた磁極配列の第1段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第1段の磁極歯が該可動子の移動方向に対して交互に配置され、該一方に設けた磁極配列の第2段の磁極歯と該他方に設けた磁極歯列の第2段の磁極歯が該可動子の移動方向に

対して交互に配置され、該一方及び該他方の第1段の磁極歯列と該一方及び該他方に設けた第2段の磁極歯列の間に該可動子が配列されたリニアモータを構成することが望ましい。

【0007】また、1つの関節部位において複数方向に関節駆動を行う場合には、筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材を先端に取り付けたリニアモータ付関節駆動装置を複数個用意するか、または、筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材のみを関節の駆動方向に対応する数だけ用意し、リニアモータの先端に接続する素材を駆動方向に対応して切替えることが望ましい。

【0008】本発明の上記特徴及びその他の特徴は以下で説明される。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。また、図中において、同一符号でしめす構成要素は、同一物又は相当物である。

【0010】図1は、リニアモータを有する関節駆動装置の基本構成ブロック図である。101は後述する電機子と可動子からなるリニアモータであり、102はコントローラ、103はドライバー、104はバッテリー、105は電源コード、106は結合部、107は結合部106を介して可動子の先端に装着される筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材である。108は関節装置であり、109、110は関節装置108を介して結合されたアーム部材である。そして結合部106に接続された伸縮素材107の他方は、アーム部材110に接続されている。111は別の筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材であり、関節装置108を介して結合されたアーム部材109、110に接続される構造である。

【0011】また、前記リニアモータ付関節駆動装置の電源としてはバッテリー、または外部電源どちらでも駆動可能にした切替え機能（図示せず）を備える。また、バッテリー104、電源コード105は必要に応じて脱着が可能である。

【0012】前記リニアモータの筋肉の伸縮動作を模擬するバネ、あるいはゴム等の素材が接続された先端部の他方の可動子先端にはバネ120を備えて、ダンパーの機能を用いる。

【0013】図17は、図1の基本構成図に冷却装置121、防塵機構122を備えたことを示す本発明の他のブロック図である。

【0014】図17において、冷却装置121は電動機による強制空冷式や、リニアモータ101の表面に冷却ピン（図示せず）等を備える。可動子6の往復移動範囲には防塵機構122を備えて、埃等が前記リニアモータに吸着するのを防止する。

【0015】図2、図3は本実施形態のリニアモータを

用いた制御ブロック図を示す。

【0016】図2(a)はリニアモータ101の電機子と可動子の相対的な変位と磁極を検出するセンサ(図示せず)とその信号をフィードバックする制御部102とパワードライブ部103からなるクローズループ制御システムを構成するブロック図を示す。

【0017】図2(b)はリニアモータ101と制御部102とパワードライブ部103からなるオープンループ制御システムを構成するブロック図を示す。

【0018】図3(a)は、リニアモータ101と、電圧センサと、制御器102と、パワードライブ部103からなる磁極センサレス制御システムを構成するブロック図を示す。本実施形態においては、電圧センサを用いてリニアモータが発生する誘起電圧 $E_0$ を制御器102内に読み込んでいる。制御器102内では、誘起電圧の大きさから磁極位置を推定し、リニアモータを駆動する信号をパワードライブ部103へ出力する。本構成の制御システムでは、磁極位置センサをリニアモータ部101に取り付けることなく、安定にリニアモータを駆動できるようになる。

【0019】図3(b)は、リニアモータ101と、電流センサと、制御器102と、パワードライブ部103からなる磁極センサレス制御システムを構成するブロック図を示す。本実施例においては、電流センサを用いてリニアモータに流れる電流 $I$ を制御器102内に読み込んでいる。制御器102内では、リニアモータに印加している電圧と検出電流値から、リニアモータの誘起電圧を演算し、磁極位置を推定演算する。本構成の制御システムでは、磁極位置センサをリニアモータ部101に取り付けることなく、安定にリニアモータを駆動できるようになる。

【0020】図4はリニアモータを2個用意した関節駆動装置の本発明の他の実施例である。これにより、図1の1個のリニアモータで駆動する場合より、折曲げ、伸ばし、逆側への折曲げ時のアーム角度、速度等を高精度に制御可能とすることができる効果がある。

【0021】図5はリニアモータを2個用意できない場合でも同等の効果が得られる関節駆動装置の本発明の他の実施例である。図5のように駆動方向を(a)の状態から(b)の状態に変化させる場合、リニアモータ101の接続を結合部106aから106bに切替えることで同様の制御を行うことが可能となる。従って、軽量化できる効果が得られる。

【0022】上記は、1つの関節部に対して複数方向に駆動する場合にも拡張できる。即ち、筋肉を模擬した素材が接合されたリニアモータを複数用意する、あるいは筋肉を模擬した素材を複数用意し、駆動方向に従いリニアモータとの接続を切替えることにより、関節部に回転モータを複数個組込む場合に対して、関節部の軽量化が可能とできる効果がある。

【0023】図6は本発明の関節駆動装置に用いるリニアモータの概略構成を示す。図6(a)は、本発明の一実施形態によるリニアモータの基本構成図であり、図6(b)は、それらの基本構成を多極化した概略の一例を示す。

【0024】図6(a)において、51は第一の対向部を有する鉄心であり、52は第二の対向部を有する鉄心である。前記鉄心51と前記鉄心52には上部と下部の磁極が互い違いになるように構成されている。ここで、前記鉄心51の上部磁極歯11aと下部磁極歯21bを第一の対向部と定義し、前記鉄心52の下部磁極歯12bと上部磁極歯22aを第二の対向部と定義する。よって、 $(2n-1)$ 番目の鉄心は第一の対向部、 $(2n)$ 番目の鉄心は第二の対向部になるように電機子を構成する(但し、 $n=1, 2, 3, \dots$ )。また、図6(a)に示すように、前記鉄心51と前記鉄心52には一つの巻線4が巻回される。可動子6は前記鉄心51の第一の対向部に挟持され、かつ、可動子が前記鉄心52の第二の対向部に挟持され、電機子とは相対移動することを特徴とするリニアモータである。ここに、電機子は鉄心と巻線4からなり、可動子は永久磁石、磁性体、非磁性体からなる。また、各対向部の上部磁極歯と下部磁極歯の間に一定のギャップ8を設け、ギャップ8に前記可動子を通すと、可動子が第一の対向部に挟持され、かつ、可動子が前記第二の対向部に挟持された構造を形成する。上記により、本実施形態のリニアモータ各対向部の上部磁極歯と下部磁極歯の間ギャップには磁束が上部と下部の磁極歯間を交番して上下に流れる電機子を形成し、ギャップを通して可動子が相対移動する構造になる。

【0025】図7に、本実施形態のリニアモータの磁束が流れる概念と積層鋼板により組立てられた概略図を示す。

【0026】上記のような構成にすれば、図7(a)に示すように電機子3の各対向部の上部磁極歯(11a, 22a)と下部磁極歯(21b, 12b)の間のギャップには磁束が上部と下部の磁極歯間を交番して上下に流れる電機子3を形成し、ギャップを通して可動子6が相対移動する構造になる。

【0027】また、本実施形態のリニアモータでは、可動子6と上部磁極歯(11a, 22a)に働く吸引力と可動子6と下部磁極歯(21b, 12b)に働く吸引力の大きさはほぼ同じであり、かつ、吸引力が働く方向は反対であるので、全体の吸引力は小さくなる。このため、可動子6と電機子3の磁極歯間の吸引力を小さくすることができ、支持機構の負担を小さくできる。

【0028】図6(b)において、電機子3は積層鋼板からなり、前記第一の対向部と第二の対向部が交互に複数個配置された構造である。また、電機子3の巻線4が配置される鉄心部と可動子6が挟持される対向部を有する磁極部を積層鋼板により分割製作して組立てることを

示す。

【0029】図8は、図7(b)で示した積層鋼板で構成された電機子3をモールドしたイメージを示す。電機子3は積層鋼板、巻線、支持機構(図示せず)を含めてモールドしたものである。また、電機子3は図9に示すように電機子を直列に配置して、A相、B相の各々を個別にモールドしても良いし、多相を纏めてモールドしても良い。図10に示すように電機子を並列に配置して、A相、B相の各々を個別にモールドしても良いし、多相を纏めてモールドしても良い。

【0030】電機子3の形状は関節駆動システムの形状に合わせて、角材状、円筒状等が可能であり、可動子6も同じく角材状、図12に示すような円筒状等が可能である。

【0031】図9は本実施形態のリニアモータを用いた配置の実施形態を示す。

【0032】ここで、図9では、電機子3を2個直列に並べることを示す。A相、B相間には電気角 $90^\circ$ の位相差を持たせて励磁を切替えることで進行磁界が発生し、可動子6が相対移動する。図14に2相リニアモータの励磁シーケンスを示す。前進後進の移動量および移動速度は関節駆動システムに合った条件により設定される。

【0033】図15、図16に2相リニアモータの他の励磁シーケンスを示す。

【0034】図15に示すようにモータ電流を疑似正弦波にコントロールして、モータのステップ角をより細かなステップ角で駆動する方法で、騒音、振動が小さくなる効果がある。

【0035】図16はインバータ部で周波数制御と出力電圧制御を同時に行うため、出力電圧波形はパルス幅変調(PWM)され正弦波状とすることにより、低次高調波を除去できモータの推力リップルを低減させることができ、騒音、振動が小さくなる効果がある。

【0036】図10はリニアモータ配置の他の実施形態例を示す。図10では、電機子3、可動子6を2個並列に並べることを示す。電機子3を2個並列に並べ、2個の可動子6を一体化したり、電機子3を複数個並列に並べ、複数個の可動子6を一体化しても同様である。

【0037】なお、本発明の実施形態として、1相、2相リニアモータについて説明したが、3相、4相、5相等の多相リニアモータとして利用することができる。

【0038】リニアモータの電機子3を複数個並べ、極ピッチをPとすると、隣り合う電機子3の磁極歯とのピッチは $(k \cdot P + P/M)$  ( $k=0, 1, 2, \dots$ ), ( $M=2, 3, 4, \dots$ ) {ここに、kは隣り合う電機子3の配置可能範囲で自由に選べる数、Mはモータの相数}とする。

【0039】図11は、本発明の平板状の可動子についての他の実施形態を示したものである。

【0040】また、図12は、前記平板状の可動子を円筒型可動子にした例を示したものである。

【0041】図11において、平板状の強磁性体の両面に凸の磁極歯13を設けると、電機子3の対向部の磁極との間で進行方向に対して磁気抵抗が変化する。すなわち、凸の磁極歯13と電機子3の対向部の磁極との間の磁気抵抗は、強磁性体の平板部16と電機子の対向部の磁極との間の磁気抵抗より小さい。この磁気抵抗の変化を利用すると、移動自在な可動子6となる。ここで、凸の磁極歯13を強磁性体にし、平板部16に永久磁石を設けることにより、複合型可動子にすることも可能である。また、凸の磁極歯13を強磁性体にして平板部16を非磁性体とする組合わせにしても良い。

【0042】図12において、動作原理は図11の説明と同じであり、軸35に強磁性体36と非磁性体37を交互に取り付けた組合わせとする。また、永久磁石を使用しても良い。この場合、図12の右側に示すように、対向する磁極歯も軸35の形状に沿って曲面形状を有している。

【0043】図13は、本発明の実施形態によるリニアモータの断面図を示す。図13において、支持機構14は電機子3側に、支持機構15は可動子6側に設けられ相対移動する可動子6を支持する機構である。よって、可動子6は、支持機構14、15に支持されてトンネルを通るようにギャップ8を通して相対移動する。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、リニアモータは有効磁束の磁気回路の磁路が短くなり、磁極歯の漏れ磁束を少なくすることにより、モータ効率を良くし高出力化を可能にした。

【0045】また、本実施形態のリニアモータでは、可動子6と上部磁極歯に働く吸引力と可動子6と下部磁極歯に働く吸引力の大きさは同じであり、かつ、吸引力が働く方向は反対であるので、全体の吸引力は小さくなる。このため、可動子6と電機子3の磁極歯間の吸引力を小さくすることができ、支持機構の負担を小さくできる。

【0046】また、本実施形態の関節駆動装置では、関節部に駆動装置を必要としないため、駆動装置先端の重量の軽量化ができ、駆動パワーの節約ができる。

【0047】よって、本発明によればモータの効率が良く高出力可能でコンパクトな関節駆動装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態におけるリニアモータ付関節駆動装置の基本構成を示すブロック図。

【図2】本発明の実施形態の制御ブロック図。

【図3】本発明の実施形態における他の制御ブロック図。

【図4】本発明の他の実施形態におけるリニアモータ付

関節駆動装置のブロック図。

【図 5】 本発明の他の実施形態におけるリニアモータ付関節駆動装置のブロック図。

【図 6】 本発明の関節駆動装置に用いるリニアモータの概略。

【図 7】 リニアモータの磁束流れの概念図と積層鋼板により構成した組立て概略図。

【図 8】 電機子をモールドしたリニアモータの概略構成例を示す斜視図。

【図 9】 2 個直列に並べたリニアモータを示す模式図。

【図 10】 2 個並列に並べたリニアモータ。

【図 11】 可動子における他の実施形態のその 1。

【図 12】 可動子における他の実施形態のその 2。

【図 13】 本発明の実施形態によるリニアモータの断面図。

【図 14】 2 相リニアモータの励磁シーケンスを示すタ

イムチャート。

【図 15】 2 相リニアモータの他の励磁シーケンスを示すタイムチャート。

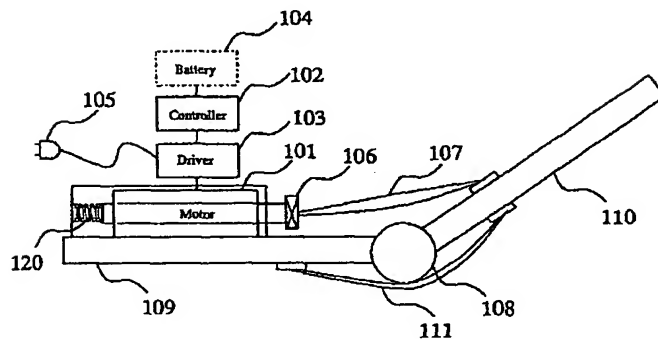
【図 16】 2 相リニアモータの他の励磁シーケンスを示すタイムチャート。

【図 17】 本発明の他の実施形態におけるリニアモータ付関節駆動装置のブロック図。

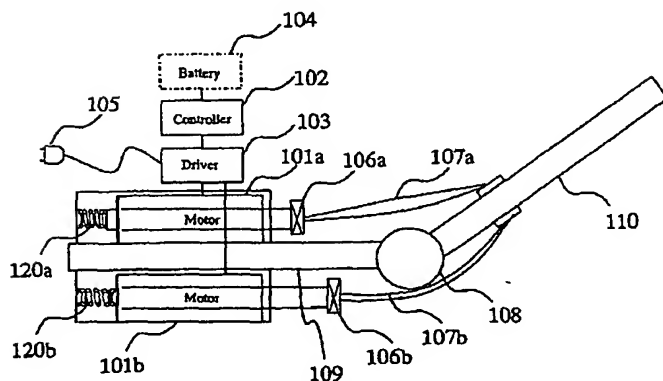
【符号の説明】

1, 2…磁極、3…電機子、4…巻線（電機子側）、5…鉄心、6…可動子、11a…磁極 1 の上部磁極歯、12b…磁極 1 の下部磁極歯、21b…磁極 2 の下部磁極歯、22a…磁極 2 の上部磁極歯、51…リニアモータ、102…コントローラ、103…ドライバー、104…バッテリー、105…電源コード、106…結合部、107, 111…伸縮素材、108…関節装置、109, 110…アーム部材。

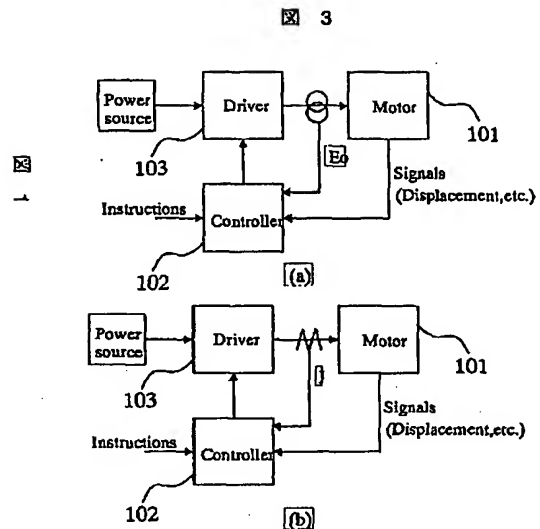
【図 1】



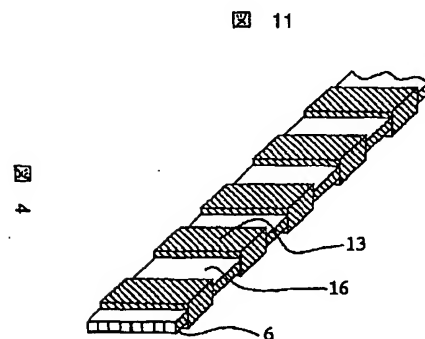
【図 4】



【図 3】

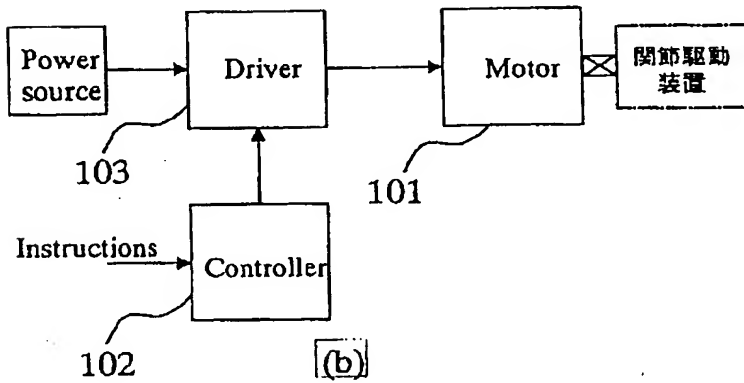
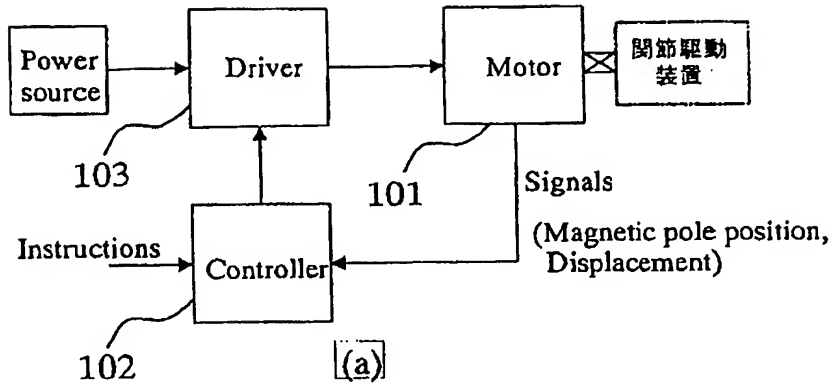


【図 11】

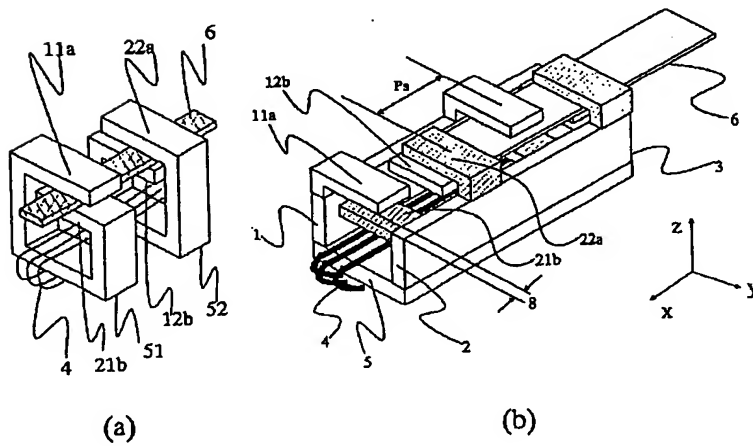


【図 2】

図 2

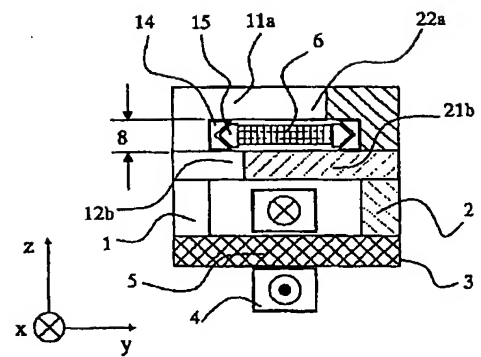


【図 6】



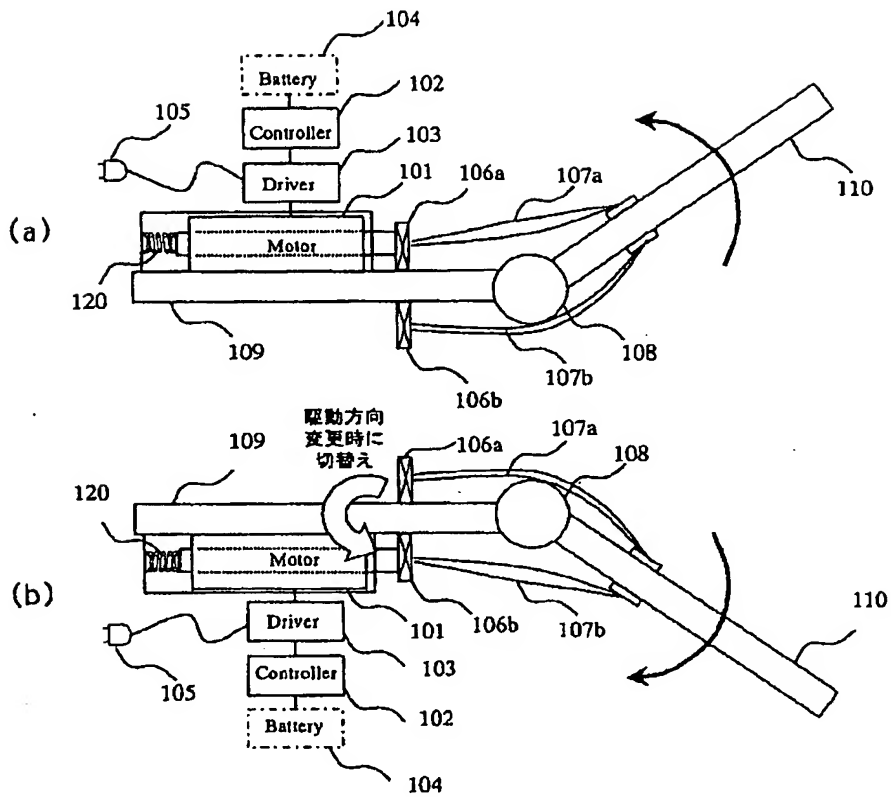
【図 13】

図 13

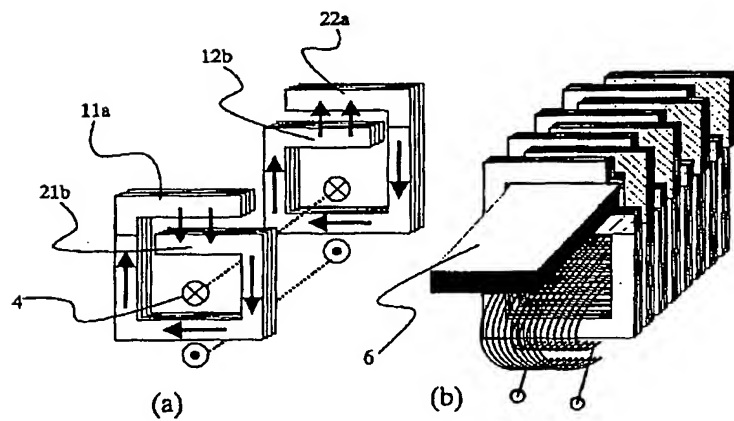


【図5】

図 5

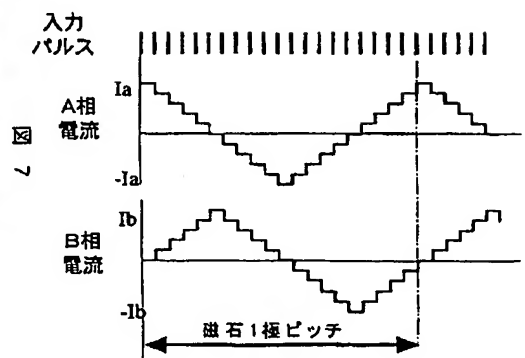


【図7】



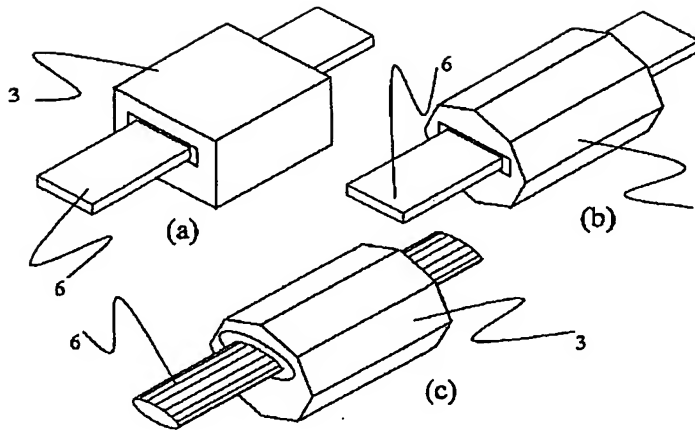
【図15】

図 15





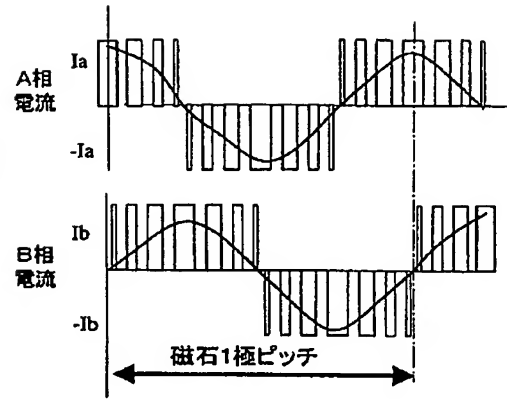
【図8】



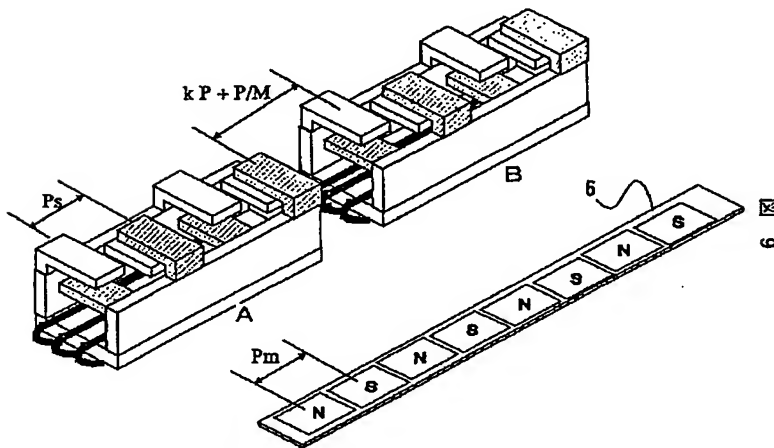
【図16】

図 16

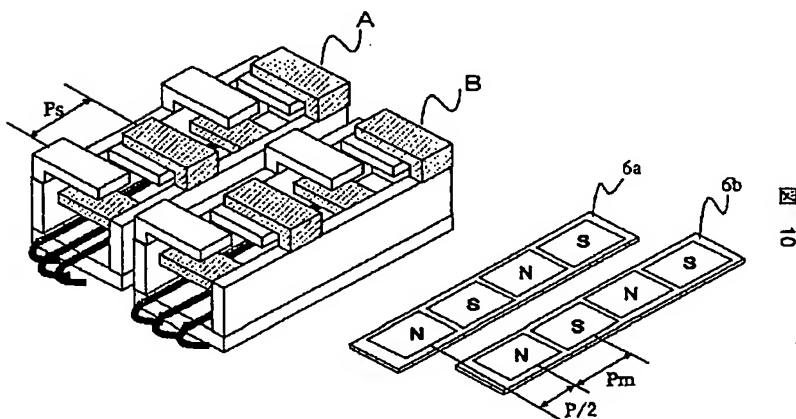
図 8



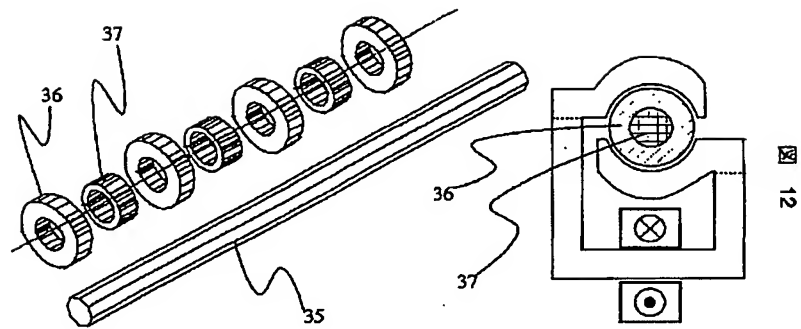
【図9】



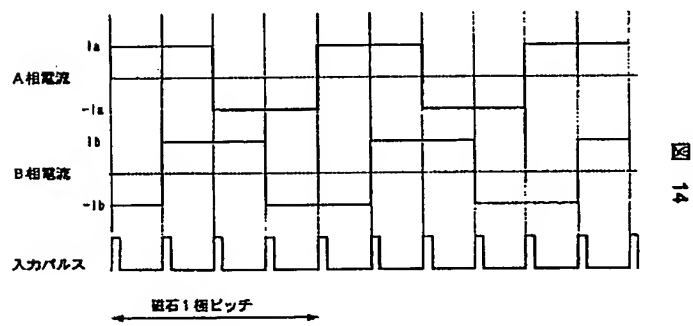
【図10】



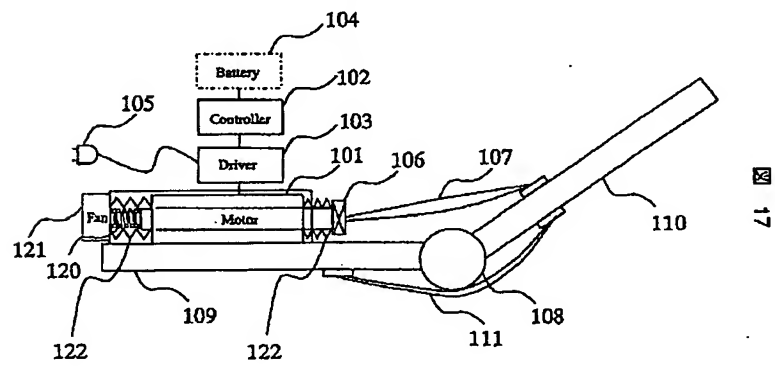
【図12】



【図14】



【図17】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3F060 AA10 EB02 EB06 GA01 GA11  
GD12 GD14  
5H540 AA10 BB04 BB09 EE05 FA02  
FA06 FC03  
5H607 AA00 BB01 BB11 CC01 CC03  
CC05 CC09 DD17 FF01  
5H641 BB06 BB11 BB14 BB19 GG17  
GG26 HH03 HH07 HH09 HH12  
HH13 HH14 JB03 JB04